اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

طراحی و مدل‌سازی روشی برای توسعه IPS و VGI براساس تلفیق آنها در یک محیط مردم‌گستر

رضا آراسته [۱*]، سمیه عباسی [۲] ، ابوالقاسم صادقی نیارکی [۳]

۱- **دانشجوی دکتری سیستم اطلاعات مکانی – دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی – دانشگاه تهران**
۲- کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی – دانشکده مهندسی نقشه برداری – دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۳- استادیار گروه سیستم اطلاعات مکانی – دانشکده مهندسی نقشه برداری – دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده :

در این پژوهش با بررسی محیط‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر، روشی برای توسعه مشارکت کاربران در جمع‌آوری اطلاعات مکانی پیشنهاد شده است. اندازه‌گیری‌های حاصل از GPS، در جمع‌آوری اطلاعات فضاهای باز و خارج ساختمان‌ها قابل استفاده است، اما با استفاده از این سیستم، امکان موقعیت‌یابی در فضاهای بسته وجود ندارد. این مسئله جمع‌آوری اطلاعات در فضاهای بسته و داخل ساختمان‌ها را با مشکل مواجه کرده است. در این تحقیق پیشنهاد می‌شود که، با تلفیق محیط‌های مردم‌گستر و یک سیستم تعیین موقعیت داخلی مبتنی بر امواج رادیویی ، امکان مشارکت کاربران در جمع‌آوری اطلاعات فضاهای بسته نیز بالا رود. سیستم تعیین موقعیت پیشنهادی بر اساس امواج رادیویی، از تکنیک اثر انگشت مکانی برای تعیین موقعیت استفاده می‌کند. همچنین مدل به گونه ای طراحی شده است که کاربران با انجام اندازه‌گیری‌های سیگنال رادیویی در داخل ساختمان، در توسعه و بهبود تعیین موقعیت داخلی نیز مشارکت داشته باشند. از طرفی کاربران ضمن مشاهده مکان آنی خود روی پلان ساختمان، بتوانند اطلاعات مکانی فضای داخلی را به صورت دقیق‌تری در یک پایگاه اطلاعات مکانی مردم‌گستر اضافه کنند.

واژه‌های کلیدی : تعیین موقعیت داخلی، اطلاعات مکانی مردم گستر، اثر انگشت مکانی، مدلسازی مشارکت

نویسنده مکاتبه کننده : رضا آراسته
آدرس پستی : تهران – کارگرشمالی – پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران – دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی.
تلفن : ۰۹۳۷۴۵۷۶۴۹۷
آدرس پست الکترونیک : r.arasteh@ut.ac.ir

۱- مقدمه

امروزه تهیه نقشه‌های مختلف و متناسب با نیاز کاربران، سبب شده تا مسئله جمع‌آوری داده‌های مکانی متنوع و به روز اهمیت یابد. در این میان پیشرفت ابزارهای سنجش سبب شده است تا امکان جمع‌آوری اطلاعات توسط کاربران عادی و افراد غیر متخصص در هر مکان وجود داشته باشد. از این میان انواع مختلف اطلاعاتی که دارای برچسب مکانی باشد، به عنوان محتوای مکانی کاربرتولید لحاظ می‌شود.

طی ۵ سال گذشته شاهد دگرگونی عمیقی در نحوه‌ی تولید و انتشار داده‌ها، اطلاعات و دانش مکانی بوده‌ایم. با توجه به رشد مجموعه‌ای از فن‌آوری‌های مرتبط از جمله وب ۲.۰ و محاسبات ابری، داده‌های مکانی به صورت گسترده تولید شده و به اشتراک گذاشته می‌شود. ایده‌ی کلی، استفاده از اینترنت برای ایجاد، اشتراک‌گذاری، تجزیه و تحلیل اطلاعات مکانی از طریق چند دستگاه رایانه یا تلفن‌های هوشمند و وسایلی از این قبیل است[۱۰و۷و۴و۱]. سیستم‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر با جمع آوری و اشتراک گذاشتن این داده‌ها بین کاربرانشان، پایگاه داده‌های مکانی خود را غنی می‌کنند. هدف از این کار تولید مشارکتی و انتشار نقشه‌هایی است که از داده‌های رایگان و غیر تجاری به دست آمده‌اند. اصطلاح اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای اولین بار رسماً در تحقیقات childhood برای توضیح اطلاعات مکانی کاربرتولید، درسال ۲۰۰۷ پدیدار شد [۴و۱]. طبق نظر او اطلاعات مکانی مردم‌گستر المان‌هایی از وب ۲، هوش جمعی و داده‌های مکانی را ترکیب می‌کند، وی همچنین اظهار می‌دارد که سیستم اطلاعات مکانی مردم‌گستر در یک مدل مفهومی از زیر ساخت داده‌های مکانی قرار دارد[۱]. محیط‌های مردم‌گستر نقش به‌سزایی در جمع‌آوری و اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی داشته‌اند که در نتیجه، این امر سبب شده تا تغییرات در کل جهان به سرعت توسط کاربران ردیابی و ثبت شود.

اغلب در محیط‌های مردم‌گستر، کاربران به ترسیم عوارض روی تصاویر هوایی می‌پردازند یا اندازه‌گیری‌های حاصل از GPS دستگاه‌های همراه خود را به اشتراک می‌گذارند، بنابراین اغلب به ترسیم عوارض و فضای بیرونی ساختمان‌ها و شبکه راه‌ها می‌پردازند. اطلاعات مکانی داخلی ساختمان‌ها شامل پلان طبقات نیز، از طریق تعداد اندکی پایگاه‌های مشارکتی، جمع آوری می‌شوند. حل مسائل مکانی داخل ساختمان‌ها از جمله مسیر یابی ، هدایت افراد بین طبقات و تسهیل دسترسی به امکانات بخش‌های مختلف ساختمان، منوط به در اختیار داشتن اطلاعات کاملی از فضای داخلی ساختمان‌هاست[۵]. از جمله عللی که سبب شده تا کمتر به جمع‌آوری اطلاعات مکانی فضای داخلی ساختمان‌ها پرداخته شود، مسئله بزرگ‌مقیاس بودن داده‌ها، جزئیات بسیار زیاد و همچنین عدم امکان استفاده از سیستم تعیین موقعیت ماهواره‌ای در داخل ساختمان‌هاست. از طرفی این چنین اطلاعاتی تنها توسط کسانی قابل اخذ است که در داخل ساختمان حضور داشته‌اند. بدیهی است که نقشه داخلی ساختمان‌ها، طریقه‌ی ارتباط بخش‌های مختلف ساختمان و اطلاعات توصیفی مربوطه، از عکس‌های هوایی نیز قابل استخراج نیست. از طرفی جمع‌آوری این اطلاعات حجیم و با جزئیات زیاد به صرف هزینه و زمان زیادی نیاز دارد. در نتیجه جمع‌آوری داده‌های مشارکتی در پایگاه‌های مردم‌گستر به منظور تکمیل پایگاه داده فضای داخلی ساختمان‌ها امری سودمند است.

در این پژوهش مدلی برای استفاده از مشارکت مردم در گسترش سیستم تعیین موقعیت داخلی و استفاده از مشارکت آنها در جمع‌آوری اطلاعات مکانی در فضای داخلی و خارجی طراحی شده است. در مدل طراحی شده در این پژوهش کاربران در یک پایگاه مردم‌گستر علاوه بر مشارکت در بهبود سیستم تعیین موقعیت داخلی، پایگاه داده اطلاعات مکانی را نیز گسترش می‌دهند.

در ادامه تحقیق مراتب زیر را دنبال می‌شود: در بخش ۲ مروری از سیستم‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر ارائه می‌شود. در بخش ۳ ضمن مرور بر سیستم تعیین موقعیت جهانی برای تعیین موقعیت در فضای خارجی، به دلیل معایب آن در موقعیت‌یابی داخلی، سیستم‌های تعیین موقعیت داخلی مناسب برای هدف مدل با توجه به پارامترهای مورد نظر مورد

بررسی قرار گرفته و روش و تکنیک مناسب برای هدف پژوهش در انتهای بخش انتخاب شده است. در بخش ۴ روش پیشنهادی برای استفاده از سیستم اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای افزایش دقت تعیین موقعیت داخلی تشریح شده است. در ادامه نحوه استفاده از سیستم تعیین موقعیت داخلی برای جمع‌آوری اطلاعات مردم‌گستر در فضای بسته توضیح داده شده است. در بخش ۵ مدل مبتنی بر روش های پیشنهادی، ارائه شده و در انتها نتیجه‌گیری بیان شده است.

۲- اطلاعات مکانی مردم‌گستر

نقشه‌ها ابزار مهمی برای فعالیت‌های برنامه‌ریزی هستند. فرایند جمع‌آوری داده‌های مکانی و ویژگی‌های روش‌هایی که به این منظور به کار می‌رود، از اهمیت زیادی برخوردار است. اما آنچه در کنار این امر، اهمیت زیادی دارد، توجه به نیاز کاربران و ارائه‌ی بهینه اطلاعات مکانی، چه در نمایش و چه در کاربردهای تحلیلی است. شمار زیادی از کاربرانِ داده‌های مکانی، افراد غیرمتخصص و عموم مردم هستند، بنابراین مسئله‌ی کارآمدبودن نقشه برای این کاربران، سبب شده تا تولید نقشه‌های متنوع و متفاوت برای شرایط و افراد مختلف مورد توجه قرار گیرد. امروزه سرویس‌هایی مثل Google Map و Bing Map امکان استفاده از نقشه‌های برخط را فراهم کرده‌اند. بنابراین نقشه‌های جهانی در قالب‌های عمومی و حرفه‌ای در همه جا در اینترنت حاضر هستند و با ارائه محتوای منطقه‌ای، شهری یا جهانی، به نظر می‌رسد که جایگزین نقشه‌های کاغذی شده‌اند. سرویس‌های نامبرده‌ی قبلی بر مبنای داده‌های جمع‌آوری شده توسط تولیدکننده‌های تجاری هستند.

پیشرفت‌های سریع در مجموعه‌ای از فن‌آوری‌ها از جمله GPS، تلفن‌های هوشمند، شبکه‌های حسگر ، محاسبات ابری و به ویژه وب ۲.۰ اساساً جمع‌آوری، ذخیره، انتشار، تجزیه و تحلیل و تجسم اطلاعات مکانی را تغییر داد و سبب به وجود آمدن نوع جدیدی از منبع داده‌های مکانی شده است[۷]. این اطلاعات مکانی شامل نقشه‌ها و هر نوع داده‌ی رقومی است که برچسب مکانی داشته باشد[۴و۳و۱]. اصطلاحاتی مثل جمع‌سپاری ، محتوای کاربرتولید و اطلاعات مکانی مردم‌گستر پدیده‌ی کاملاً جدیدی را در تولید مشارکتی داده‌های مکانی تعریف می‌کنند. ویژگی اصلی این منبع داده، داشتن کاربران گسترده‌ای است که تعدادشان به طور مداوم در حال افزایش بوده و هر نوع داده مکانی را در یک حالت داوطلبانه و مشارکتی جمع‌آوری می‌کنند. انگیزه اصلی از این کار تهیه یک سرویس نقشه‌ی برخط مشابه نقشه‌های تجاری است، با این تفاوت که داده‌ها کاملاً مبتنی بر داده‌های مشارکتی و رایگان باشد[۱۰و۷].

کاربران مختلف با سطح مهارت‌های متفاوت، داده‌های مکانی را تهیه می‌نمایند. آنها این کار را از طریق اندازه‌گیری‌های شخصی انجام می‌دهند. برای این منظور، ابزارهای سیستم تعیین موقعیت جهانی در تلفن‌های همراه شخصی یا ترسیم عوارض روی تصاویر هوایی عمومی مثل تصاویر هوایی Bing Map، به کار می‌رود. کاربران با رقومی‌سازی اورتوفوتوها و عکس‌های ماهواره‌ای اطلاعات دوبعدی هندسی را فراهم می‌کنند. همچنین کاربران از دانش شخصی خود به منظور افزودن اطلاعات توصیفی استفاده می‌کنند. سپس این داده‌ها در یک پایگاه مبتنی بر وب ۲ بارگذاری و با سایر کابران اشتراک گذاشته می‌شود تا داده‌های موجود را اصلاح کنند، اطلاعات بیشتری به آن بیفزایند و یا فقط از داده‌های موجود استفاده کنند، بدون اینکه هیچ ارزشی به آن بیفزایند[۷]. گروه‌ها و درگاه‌های بسیاری وجود دارند که این داده‌ها را جمع‌آوری کرده و به اشتراک می‌گذارند. در نتیجه پتانسیل عظیمی برای مشارکت میلیون‌ها نفر وجود دارد که همچون سنجنده‌های از راه دور عمل نموده و داده‌هایشان را با سایر اعضای گروه، بدون دریافت هزینه‌ای در میان می‌گذارند. داوطلبان همانند سنجنده‌های هوشمند در کل جهان انواع اطلاعات مکانی هندسی و توصیفی را جمع‌آوری می‌کنند[۴]. کاربردهای متنوع و گسترده اطلاعات مکانی در حل مسائل مکان‌مبنا، سبب شده تا برای استفاده مناسب‌تر از امکاناتی که این دانش فراهم می‌کند، با صرف هزینه، زمان و به‌کارگیری نیروی انسانی بیشتر، در جهت تولید داده‌های مکانی تلاش های بسیاری صورت پذیرد. فرایند جمع‌آوری جزئیات در صورت استفاده از ترسیمات

پایه نقشه برداری زمینی سال‌های زیادی طول می‌کشد. استفاده از داده‌های مردم گستر، کمک زیادی در حفظ هزینه و زمان می‌کند.

اصطلاح اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای اولین بار رسماً در تحقیقات childhood درسال ۲۰۰۷ پدیدار شد[۴]. پس از آن کنفرانس‌ها و کارگاه‌های آموزشی مختلفی از جمله کارگاههای آموزشی VGI NCGIA در سال ۲۰۰۷،AutoCarto در سال ۲۰۰۸، USGS VGI در سال ۲۰۱۰ وکنفرانس VGI Pre-Conference at AAG ۲۰۱۱ در زمینه‌ی اطلاعات مکانی مردم‌گستر برگزار شدند. همزمان با این روند، چندین جلد از نشریات علمی منحصراً به اطلاعات مکانی مردم‌گستر پرداختند، که از آن جمله می‌توان به نشریات GeoJournal در سال ۲۰۰۸،LocationBased Services در سال ۲۰۰۹ و Geomatica در ۲۰۱۰ اشاره کرد. علاوه بر این از سال ۲۰۱۰ تحقیقات در زمینه اطلاعات مکانی مردم‌گستر، توسط یک گروه چند رشته‌ای از محققان، در حال انجام است[۱۰]. برخی پایگاه‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر Wikimapia، GoogleMapMaker، OSMو همچنین پایگاه Flickr برای افزودن تصاویرِ زمین مرجع، هستند[۴]. از این میان در تحقیقات انجام شده پروژه‌ی OSM به عنوان مشهورترین و کامل‌ترین پایگاه کاربرتولید مطرح شده است. توسعه پروژه OSM از سال ۲۰۰۴ شروع شد. کیفیت داده‌های این پایگاه تقریباً سه برابر در مقایسه با داده‌های سال قبلش بهتر می‌شود[۱۰]. نمونه‌ای از پایگاه‌های مردم‌گستر برای فضای داخلی ساختمان‌ها، پروژه‌هایindoorOSM وindoor google map هستند. در این پایگاه‌های مشارکتی کاربران پلان دوبعدی هر طبقه از ساختمان را تکمیل می‌کنند.

۳- تعیین موقعیت

۳-۱- سیستم تعیین موقعیت جهانی

سیستم تعیین موقعیت جهانی عبارت است از یک سیستم ناوبری ماهواره‌ای که توسط وزات دفاع آمریکا طراحی و عملیاتی شده است. این ماهواره‌های ناوبری که در حال حاضر تعداد آنها به ۳۲ عدد می‌رسند، توانایی تعیین موقعیت هر نوع وسیله ای که مجهز به گیرنده‌ای برای ارتباط با این ماهواره‌ها باشد را داراست. مبنای اصلی تعیین موقعیت در این سیستم براساس تکنیک TOF است. در این روش با محاسبه مدت زمان حرکت سیگنال رادیویی بین فرستنده و گیرنده که به ترتیب ماهواره و آنتن زمینی می‌باشد، موقعیت در ابعاد مختلف با توجه به تعداد ماهواره‌های در دسترس تخمین زده می‌شود. به علاوه اختلاف زمانی گیرنده، توسط ساعت GPS از طریق اطلاعات داده‌های مداری ارسال شده توسط فاز حامل، قابل محاسبه است[۸]. سیستم تعیین موقعیت جهانی، قادر است موقعیت هر مکانی از زمین که در پوشش ماهواره‌های سیستم باشد را بیاید. مشکل اساسی در این سیستم لزوم برقراری ارتباط به صورت خط دید مستقیم است و در مکان‌هایی که ارتباط بین گیرنده و فرستنده به صورت مستقیم برقرار نمی‌شود امکان تعیین موقعیت نخواهد بود. در واقع در فضاهای سرپوشیده امکان تعیین موقعیت با این روش سلب می‌شود. از این رو برای اماکنی مانند ساختمان‌ها و فضاهای داخلی، بروز اختلال در ارسال سیگنال ماهواره‌ها، باعث می‌شود که نتوان از این سیستم به صورت مستقل، به عنوان یک سیستم موقعیت‌یابی برای اهداف معلوم در فضاهای داخلی استفاده نمود. در نتیجه برای داشتن یک مدل یکپارچه تعیین موقعیت از GPS فقط برای موقعیت‌یابی در فضای خارجی می‌توان استفاده کرد. با توجه به این مساله سیستم‌های تعیین موقعیت داخلی مورد توجه قرار گرفته‌اند[۱۲].

۳.۲- سیستم تعیین موقعیت داخلی (IPS)

سیستم تعیین موقعیت داخلی تنها شامل محیط‌های داخلی از قبیل ساختمان‌ها است. سیستم تعیین موقعیت داخلی، مکان کاربران یا سایر ابزارها در شبکه شخصی را با اندازه‌گیری مکان ابزارهای همراه آن‌ها در یک فضای داخلی تعیین می‌کند. Dempsay سیستم تعیین موقعیت داخلی را به عنوان سیستمی تعریف کرده است که به طور پیوسته و آنی می‌تواند موقعیت بعضی اجسام یا افراد را در یک فضای فیزیکی از قبیل بیمارستان، باشگاه و مدرسه مشخص کند. با

توجه به این تعریف، سیستم تعیین موقعیت داخلی در همه زمان‌ها، حتی وقتی که کاربر سیستم را خاموش کرده است؛ سیستم باید، موقعیت به روز شده هدف را باکم ترین تأخیر زمانی ارائه کند؛ هم چنین موقعیت پیش‌بینی‌شده‌ای که کاربر نیاز به تعیین موقعیت داخلی دارد را پوشش دهد. یک سیستم تعیین موقعیت داخلی می‌تواند انواع مختلفی از اطلاعات مکانی برای کاربردهای مکان مبنایی که کاربر نیاز دارد فراهم آورد [۸].

در این تحقیق استفاده از سیستم تعیین موقعیت داخلی به منظور افزایش مشارکت مردمی در تکمیل اطلاعات مکانی فضاهای بسته، نظیر ساختمان‌ها، پیشنهاد شده است. هدف از این کار ارائه موقعیت آنی کاربردر ساختمان است، به نحوی که کاربر بتواند ضمن مشاهده موقعیت خود در پلان ساختمان، در پایگاه مردم‌گستر، به افزودن اطلاعات آن بخش از ساختمان پرداخته یا اطلاعات را ویرایش کند. به این ترتیب با در اختیار داشتن موقعیت مکانی، کاربر راحت‌تر اقدام به تکمیل و تصحیح اطلاعات مشارکتی خواهد نمود. در زمینه تعیین موقعیت داخلی تاکنون سیستم‌های زیادی توسعه داده شده‌اند، با بررسی‌هایی که در این پژوهش انجام گرفته است، استفاده از امواج رادیویی با استاندارد IEEE802.11 به دلیل در دسترس بودن در بیشتر اماکن عمومی و عدم نیاز به ایجاد زیرساخت‌های گسترده، برای فراهم نمودن سیستم تعیین موقعیت مورد نظر پیشنهاد شده است [۲و۱۱].

۳-۲-۱- تعیین موقعیت داخلی مبتنی بر WiFi

استاندارد IEEE 802.11 استانداردی بنیادی است که شبکه‌های بی‌سیم را بر مبنای آن طراحی و پیاده‌سازی می‌کنند و آن را با نام WiFi می‌شناسند و در جاهایی نیز با نام WLAN از آن یاد می‌شود. هر چند WLAN تنها WiFi نمی‌باشد و دارای استانداردهای مختلفی است که یکی از این استانداردها برابر با WiFi است. استفاده از سیگنال های WiFi به دلیل در دسترس بودن در بیشتر محیط‌های داخلی و با پوششی در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ متر از هر فرستنده، که این سطح پوشش از دسترس بلوتوث و RFID خارج است، یکی از روش‌های مناسب برای تعیین موقعیت می‌باشد. از طرفی ، این روش تعیین موقعیت نیازی به خط دید مستقیم ندارد. در این روش می‌توان از تکنیک هایی نظیر TOA، TDOA، AOA استفاده کرد اما این تکنیک‌ها کاربرد زیادی ندارند و مهم‌ترین تکنیک مورد استفاده در این روش اندازه‌گیری قدرت سیگنال دریافتی می‌باشد. اما در استفاده از سیگنال های WiFi با استفاده از این تکنیک، در انتشار سیگنال در محیط خطاهایی نظیر انعکاس و پخش‌شدگی رخ می‌دهد. این خطاها می‌تواند در نتایج حاصل، به خصوص در محیط‌های دارای پیچیدگی ساختمانی، خلل ایجاد کند. برای این منظور از مدل¬های انتشار مختلف استفاده می‌شود که هر کدام از این مدل‌ها برای محیط‌هایی با شرایط فیزیکی و محیطی مختلف طراحی شده‌اند. همان طور که گفته شد در این سیستم تعیین موقعیت، بهترین تکنیک، اندازه‌گیری قدرت سیگنال دریافتی می‌باشد. برای این منظور می‌توانیم به دو روش اصلی اتکا کنیم. در روش اول بر اساس قدرت سیگنال دریافتی سیستم می‌تواند محدوده‌ای که در آن قرار دارد را تعیین کند، در واقع نسبت به هر آنتنی که بیش‌ترین قدرت سیگنال را دریافت کند مشخص می‌شود که در محدوده کدام یک از آنتن‌ها قرار دارد [۲].

در روش دوم از تکنیک آنالیز وقوع استفاده می‌شود. آنالیز وقوع بر مبنای فرکانس رادیویی به نوعی از الگوریتم اطلاق می‌شود که ابتدا خصوصیات آن شی را اندازه‌گیری می‌کند و سپس موقعیت آن شی را با تطبیق آنی اندازه‌گیری‌ها با خصوصیاتی که قبلاً به دست آمده است تخمین می‌زند. در روش آنالیز وقوع معمولاً از روش اثر انگشت مکان بر مبنای قدرت سیگنال دریافتی (RSS) و نسبت سیگنال به نویز (SNR) استفاده می‌شود. الگوی رفتاری هر موقعیت مکانی نسبت به کل فرستنده‌های شبکه بی‌سیم منحصر به فرد است. به این معنا که برای هر نقطه در ساختمان مقدار SNR و RSS منحصر به فرد بوده و به همین علت به آن اثر انگشت مکانی گویند. به طور کلی اثر انگشت مکانی به تکنیکی اطلاق می‌شود که اثر انگشت بعضی از خصوصیات سیگنال که وابسته به مکان است را انطباق می‌دهد. البته تکنیک اثر انگشت یک نگرش کلی بوده و به شرطی که مشاهدات مربوط به هر مکان منحصر به فرد باشد، در سایر روشها نیز قابل

به گارگیری است. در روش مورد بحث، از منطقه مورد نظر از میزان RSS و SNR برای نقاط مختلف یک نقشه رادیویی ایجاد می‌شود، به طوری که با توجه به دقت مورد نیاز منطقه به صورت شبکه‌هایی منظم تقسیم‌بندی می‌شود و در هر رأس شبکه مشاهدات مربوط به سیگنال دریافتی ثبت می‌شود[۱۱].

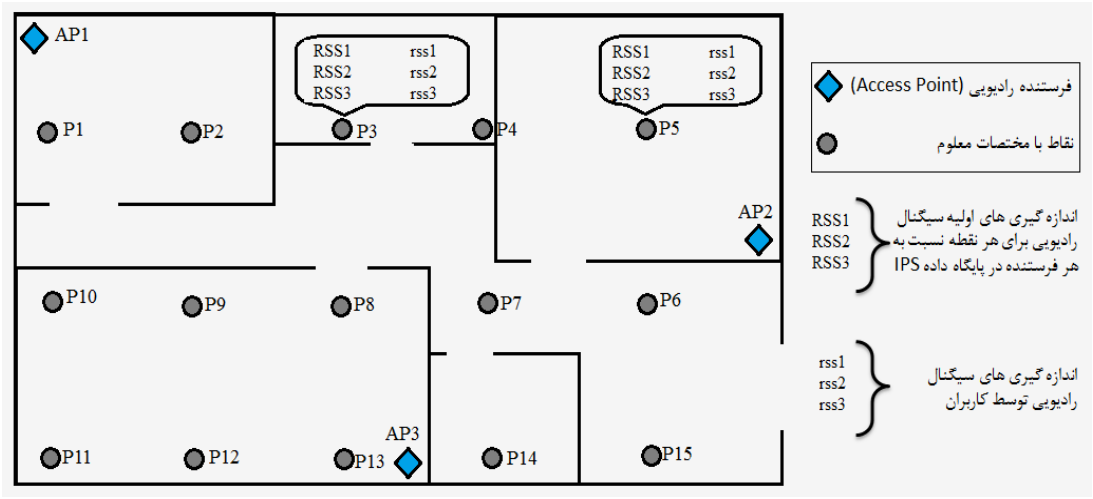
برای روش اثر انگشت مکانی دو مرحله برخط و برون خط وجود دارد. در طول مرحله برون خط بررسی محدوده در محیط مورد نظر انجام می‌شود. مختصات هر مکان و نشان و قدرت سیگنال دریافتی مربوطه از آنتن‌های مختلف اندازه‌گیری و محاسبه می‌شود. در طول مرحله برخط، تکنیک موقعیت‌یابی از قدرت سیگنال اندازه‌گیری شده در همان زمان و قدرت‌های سیگنال دریافتی در مرحله برون خط استفاده می‌نماید تا موقعیت مکان موجود را با توجه به انطباق آن با قدرت سیگنال موجود بدست آورد. چالش اصلی در تعیین موقعیت بر مبنای اثرانگشت مکانی این است که قدرت سیگنال دریافتی می‌تواند بر اثر انعکاس، انکسار و پخش‌شدگی در محیط داخلی تحت تأثیر قرارگرفته و تغییر کند. پژوهش‌های مختلف نشان داده است که عواملی مانند افراد موجود در محیط، جابه‌جا شدن اشیا محیط، باز یا بسته بودن درب‌ها، جهت کاربر در نگه‌داشتن دستگاه و شماری از عوامل دیگر می‌تواند روی قدرت سیگنال تأثیرگذار باشد. این عوامل باعث می‌شودکه دقت تعیین موقعیت داخلی کاهش یابد. در این تحقیق برای بالا بردن دقت تعیین موقعیت استفاده از مشارکت مردم در گسترش پایگاه داده سیستم اثر انگشت پیشنهاد شده است[۲و11].

۴- مشارکت در گسترش اطلاعات مکانی

۴-۱- گسترش سیستم تعیین موقعیت داخلی

به منظور ایجاد سیستم تعیین موقعیت داخلی همان طور که در بخش قبلی اشاره شد، در روش اثر انگشت، لازم است در هر ساختمان اندازه گیری‌های مربوط به سیگنال صورت گیرد. در این تحقیق پیشنهاد می‌شود از اندازه‌گیری‌های کاربران برای به‌روزرسانی پایگاه داده سیگنال‌های رادیویی استفاده شود. به این ترتیب کاربران ضمن انجام اندازه‌گیری‌های مربوطه با افزودن این مشاهدات سیگنالی به پایگاه مردم‌گستر، روند تصحیح و به‌روزرسانی سیستم تعیین موقعیت داخلی ساختمان را آسان می‌کنند. از آنجایی که این مشاهدات باید در یک گرید منظم صورت گیرد، سیستم بر اساس اثر انگشت مکانی اولیه ایجاد شده از محل، پلان شبکه‌بندی شده از محل کاربر را ارائه می‌نماید برای این منظور برای افزایش ضریب درستی پلان ارائه شده به کاربر، شماره و نام پلان مربوطه توسط کاربر بررسی می شود و سیستم پلان شبکه‌بندی شده را به کاربر ارائه می دهد، کاربر با مشخص کردن گریدی که در آن قرار دارد اطلاعات سیگنال دریافتی را به پایگاه داده سیستم تعیین موقعیت داخلی ارسال می‌نماید.

علاوه بر این با توجه به اینکه اندازه‌گیری‌های سیگنال تابع شرایط مختلفی است، کاربران مختلف با انجام مشاهدات متعدد پایگاه داده را کامل می‌کنند. مثلا کاربران یک ساختمان در ساعات مختلف روز اطلاعات سیگنال را جمع آوری می‌کنند. این مقادیر با تغییر دما و شرایط آب و هوایی متفاوت است، زیرا دما روی میزان انکسار و پخش‌شدگی سیگنال تاثیرگذار بوده و موجب تغییر قدرت سیگنال می‌شود.



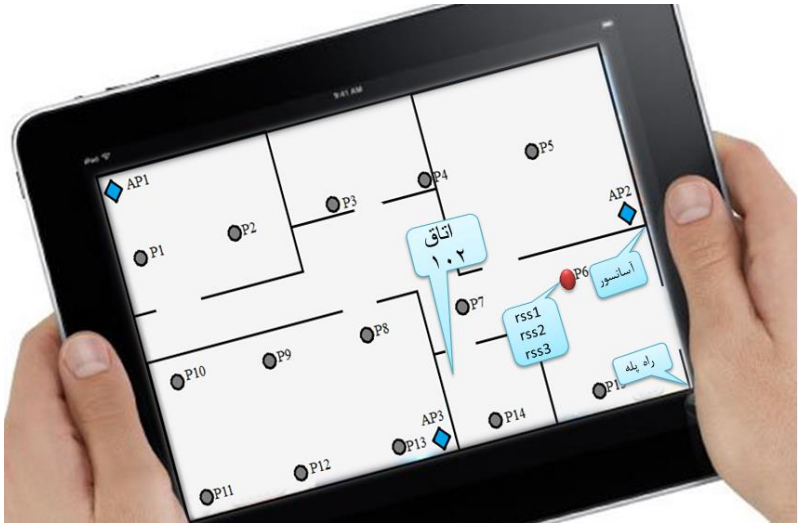
شکل ۱: شبکه بندی پلان ساختمان و انجام اندازه گیری های سیگنال رادیویی در هر نقطه نسبت به تمام فرستنده ها

همچنین تعداد افراد حاضر در محل و حرکت آنها در محیط روی قدرت سیگنال و میزان نویز تاثیرگذار است. از طرفی عامل موثر دیگر در مشاهدات سیگنال، باز و بسته بودن درهای ساختمان و نیز جهت قرارگیری فرد است که مانع امواج رادیویی می‌شود و در قدرت سیگنال دریافتی تاثیر گذار است. بنابراین پیشنهاد می‌شود کاربر در حین جمع‌آوری این اطلاعات، در پایگاه مردم‌گستر، به باز و بسته بودن درها در زمان انجام مشاهدات و نیز جهت ایستادن خود اشاره کند.

بدین ترتیب کاربران با افزایش مشاهدات در شرایط و ساعات مختلف پایگاه داده را تکمیل می‌کنند. سپس با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده از محیط مردم‌گستر، آنالیزهای مکانی زمانی انجام می‌گیرد. در نتیجه با توجه به آمار به دست آمده از سیگنال‌های رادیویی، برای ساعات مختلف و شرایط محیطی متفاوت، الگوهای اثر انگشت مکانی برای هر نقطه استخراج می‌شود. سپس این الگوها به پایگاه داده سیستم تعیین موقعیت داخلی اضافه شده و در نتیجه سیستم تعیین موقعیت داخلی بهبود می‌یابد. با گسترش اطلاعات موجود از قدرت سگینال برای بخش‌های مختلف مکان بر مبنای آنالیزهای آماری و هم چنین شرایط زمانی و پارامترهای دیگر، سیستم در نشان دادن موقعیت بهبود خواهد یافت.

۴-۲- مشارکت مردمی در تکمیل داده‌های فضای داخلی ساختمانها

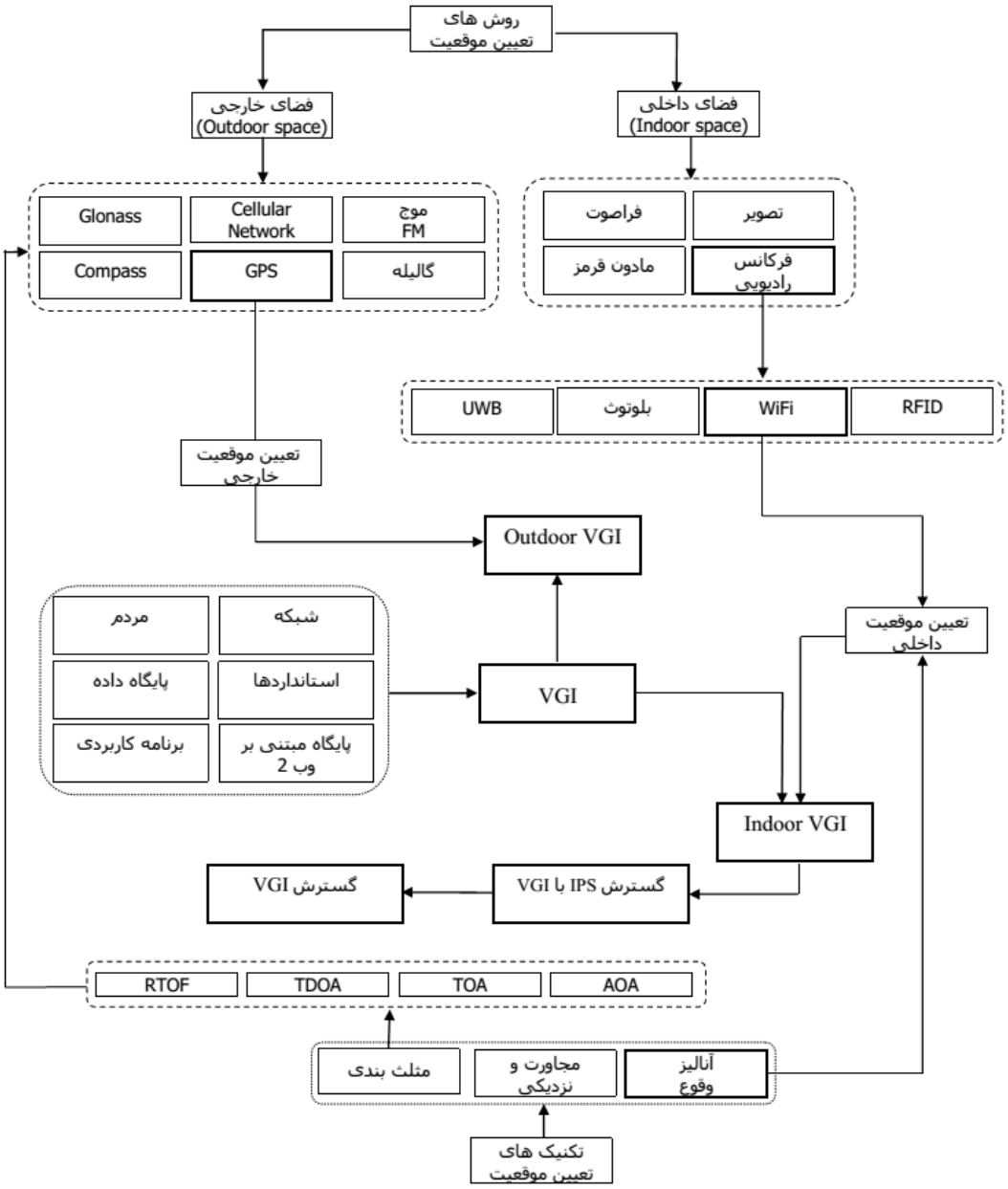
در محیط‌های مردم‌گستر، برای تکمیل اطلاعات مکانی داخل ساختمان‌ها اغلب به ترسیم پلان ساختمان توسط کاربران اکتفا شده است. در این تحقیق پیشنهاد شده است که با استفاده از سیستم تعیین موقعیت داخلی، ضمن نمایش موقعیت آنی کاربر روی نقشه، اطلاعات مکانی فضاهای بسته به صورت دقیق توسط کاربران اضافه شود. در ساختمان‌های بزرگ و به خصوص مراکز تفریحی، ساختمان‌های تجاری، سالن‌های فرودگاه‌ها و به ویژه ساختمان‌هایی که ساختار پیچیده دارند، ایجاد یک سیستم مسیریابی برای هدایت افراد بین قسمت‌های مختلف و سهولت در دستیابی به خدمات و امکانات داخل ساختمان مسئله مهمی است. ایجاد چنین امکانی برای کاربران در فضاهای بسته، ملزم به در اختیار داشتن اطلاعات کامل و دقیقی از بخش‌های مختلف است.



شکل۲: شبیه سازی مشارکت در تکمیل اطلاعات مکانی فضاهای بسته با تلفیق تعیین موقعیت داخلی

ایجاد یک پایگاه داده مکانی از بخش‌های داخلی ساختمان و به روز رسانی مستمر آن، نیازمند صرف هزینه و زمان زیادی است. از طرفی این اطلاعات بزرگ مقیاس، اغلب تنها توسط افراد حاضر در ساختمان قابل دستیابی است و جمع‌آوری این حجم زیاد اطلاعات دشوار بوده و زمان زیادی می‌برد. بنابراین استفاده از دانش محیطی افراد داخل ساختمان، برای افزودن این داده‌ها در یک پایگاه مشارکتی سبب تسریع در ساخت و به روز رسانی پایگاه داده داخلی ساختمان می‌شود. بنابراین کاربران می‌توانند این داده‌ها را در یک پایگاه مردم‌گستر به صورت مشارکتی و داوطلبانه وارد کنند. کاربر ضمن مشاهده مکان خود روی نقشه ساختمان به افزودن اطلاعات می‌پردازد. اطلاعات بخش‌های داخلی از قبیل نوع کاربری هر قسمت از ساختمان، نام بخش‌های مختلف ساختمان، ارتفاع تقریبی سقف، افزودن اطلاعات نقاط مورد توجه در ساختمان می‌تواند توسط کاربر به پایگاه مردم‌گستر وارد شود. همچنین مشخص کردن راهروها، مکان پله برقی و جهت حرکت پله برقی، مکان آسانسور و راه پله از جمله اطلاعات مفیدی است که برای تعیین نحوه دسترسی بین بخش‌ها و طبقات مختلف ساختمان مهم است. به علاوه مشخص بودن مکان سایر درگاه‌های ارتباطی از قبیل پنجره‌ها نیز، در کاربردهای مختلفی از جمله امدادرسانی در شرایط بحرانی مثل آتش‌سوزی و همچنین تخلیه افراد می‌تواند بسیار مهم باشد. به همین صورت سایر اطلاعات در قالب اقلام توصیفی توسط کاربران به پایگاه مردم‌گستر وارد می‌شود. در این راستا استفاده از سیستم‌های تعیین موقعیت داخلی، برای تکمیل اطلاعات فضای داخلی توسط کاربران در یک محیط مردم‌گستر، سبب بالا رفتن دقت در افزودن اطلاعات هر بخش از ساختمان می‌شود. مشارکت داوطلبانه کاربران در تکمیل پایگاه داده فضاهای داخلی، نقش مهمی در حفظ هزینه و زمان در فرایند جمع‌آوری داده دارد. علاوه بر این سایر انواع اطلاعات از قبیل عکس‌های بخش‌های مختلف، بسته به نوع کاربری می‌تواند اضافه شود. البته در رابطه با انتشار جزئیات داخلی ساختمان باید به مسئله حریم خصوصی به عنوان یک موضوع جانبی در محیط‌های مردم‌گستر توجه شود.

۵- مدل سازی مشارکت کامل



هسته ی اصلی این سیستم یک پایگاه مردم گستر است. المانهای اصلی در یک محیط مردم گستر، شامل شبکه، مـردم مشارکت کننده، پایگاه داده، یک پایگاه مبتنی بر وب ۲، استانداردها و یک برنامه‌ی کاربردی برای موقعیـت یـابی و نیـز جمع آوری و افزودن اطلاعات به پایگاه مشارکتی، می باشد. تمام اطلاعات جمع آوری شده توسـط مـردم، داوطلبـان و مشارکت‌کنندگان، به یک پایگاه مشارکتی وارد می شود و در آنجا با سایر کاربران به اشتراک گذاشته می‌شود. اطلاعـات جمع‌آوری شده توسط مشارکت‌کنندگان، شامل اطلاعات مکانی فضاهای داخلی و خارجی و همچنـین قـدرت سـیگنال اندازه گیری شده در نقاط مشخصی از فضاهای داخلی ساختمان‌ها است. یکی از ابزارهـایی کـه کـاربران بـرای افـزودن اطلاعات مکانی در فضاهای خارجی استفاده می کنند GPS است که از تکنیک تعیین موقعیت مبتنی بـر مثلـث بنـدی استفاده می کند. برای افزودن اطلاعات مکانی در فضاهای داخلی ساختمانها، کاربران با استفاده از یک IPS که با محیط مشارکتی ترکیب شده است، موقعیت خود را روی پلان ساختمان می بینند. سـپس در پایگـاه مـردم گسـتر شـروع بـه

تکمیل اطلاعات مکانی داخل ساختمان می کنند. برای این منظور از میان روش‌های IPS، تعیین موقعیت مبتنی بر امواج رادیویی WiFi بر اساس اثرانگشت مکانی، برای فضای داخلی انتخاب شده است. این روش از تکنیک آنالیز وقوع برای تعیین موقعیت استفاده می‌کند.

با توجه به آنچه درباره ی خطاها و عوامل موثر در این روش تعیین موقعیت گفتیم، لازم است پایگاه داده ی IPS تکمیل و به روز رسانی شود. در نتیجه در این بخش از مشارکت عمومی استفاده خواهد شد. کاربران با انجام اندازه گیری های مربوط به سیگنال رادیویی، این مقادیر را به پایگاه مردم گستر وارد می کنند. در نتیجه کاربر با جمع آوری اطلاعات مکانی فضاهای داخلی ساختمانها به توسعه ی VGI در این فضاها کمک می کند. همچنین کاربران قدرت سیگنال رادیویی در نقاط مشخص اندازه گیری کرده و به صورت مشارکتی به پایگاه داده این اطلاعات را وارد می کنند ، در نتیجه به توسعه ی پایگاه داده ی IPS نیز کمک می کنند. به طور کلی بر مبنای این مدل دو سیستم VGI و IPS با مشارکت کاربران، توسعه می یابد.

۶- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با بررسی محیط‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر، روشی برای توسعه مشارکت کاربران در جمع‌آوری اطلاعات مکانی فضاهای بسته، نظیر ساختمانها ارائه شد. ازآنجاییکه حل مسائل مکانی داخل ساختمان ها از جمله مسیر یابی، هدایت افراد بین طبقات و تسهیل دسترسی به امکانات بخش های مختلف ساختمان، منوط به در اختیار داشتن اطلاعات کاملی از فضای داخلی ساختمان هاست، جمع آوری داده های مشارکتی از فضای داخلی ساختمانها در پایگاه های مردم گستر امری سودمند است که سبب تسریع در ساخت و به روز رسانی پایگاه داده ی داخلی ساختمان می شود. مدل پیشنهادی، با تلفیق محیط‌های مردم‌گستر و یک سیستم تعیین موقعیت داخلی مبتنی بر WiFi، امکان مشارکت کاربران در جمع‌آوری اطلاعات فضاهای بسته را بالا می برد. از بین سیستم‌های تعیین موقعیت داخلی، استفاده از سیگنال های WiFi به دلیل در دسترس بودن در بیشتر محیط‌های داخلی و با پوششی در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ متر از هر فرستنده، یکی از روشهای مناسب برای تعیین موقعیت می‌باشد. از طرفی، این روش تعیین موقعیت نیازی به خط دید مستقیم ندارد. روش تعیین موقعیت پیشنهادی بر اساس امواج رادیویی، از تکنیک اثر انگشت مکانی برای تعیین موقعیت استفاده می‌کند.

هدف از مدل مطرح شده این است که کاربر بتواند ضمن مشاهده ی موقعیت خود در نقشه ی ساختمان، در پایگاه مردم گستر، به افزودن اطلاعات آن بخش از ساختمان پرداخته یا اطلاعات را ویرایش کند. در این راستا استفاده از سیستم های تعیین موقعیت داخلی، برای تکمیل اطلاعات فضای داخلی توسط کاربران در یک محیط مردم گستر ، سبب بالا رفتن دقت در افزودن اطلاعات هر بخش از ساختمان می شود. مشارکت داوطلبانه ی کاربران در تکمیل پایگاه داده ی فضاهای داخلی، نقش مهمی در حفظ هزینه و زمان در فرایند جمع آوری داده دارد. همچنین مدل به گونه ای طراحی شده است که کاربران با انجام اندازه‌گیری‌های سیگنال رادیویی در داخل ساختمان، در توسعه IPS نیز مشارکت داشته باشند. به نظر می رسد تلفیق هدفمند محیطهای مردم گستر و سیستم های تعیین موقعیت داخلی با توجه به مدل طراحی شده در این تحقیق، در توسعه اطلاعات مکانی در فضاهای بسته و نیز توسعه IPS مفید واقع می شود.

مراجع

[1] Castelein, W., Grus2, L., Crompvoets, J., Bregt, A., (2010), "A characterization of Volunteered Geographic Information", 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science, Guimarães, Portugal.

[2] Chen, Y.C., Chiang, J.R., Chu, H., Huang, P., Tsui, A.W.,(2005), "Sensor Assisted WiFi Indoor Location System for Adapting to Enviromental Dynamics," ACM international symposium on modeling, analysis and si,ulation of wireless system, pp. 118–125.

[3] Feick, R., Roche, S., (2013), "Understanding the value of VGI, Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice", Springer, pp: 15-29, DOI: 10.1007/978-94-007-4587-2_2.

[4] Goodchild, Michael F., (2007), "Citizens as sensors: the world of volunteered geography", GeoJournal, volume: 69, pp: 211–221, DOI: 10.1007/s10708-007-9111-y.

[5] Goetz, M., Zipf, A., (2013), "Indoor Route Planning with Volunteered Geographic Information on a (Mobile) Web-Based Platform", Springer, Progress in location based services, pp:211-231, DOI: 10.1007/978-3-642-34203-5

[6] Jukka, m.k., (2013), "Progress in location base services, Part II Positioning/Indoor Positioning" , DOI 10.1007/978-3-642-34203-5 , Springer-Verlag Berlin Heidelberg

[7] Lin, W., (2013), "When Web 2.0 Meets Public Participation GIS (PPGIS): VGI and Spaces of Participatory Mapping in China", Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice, springer, pp:83-103, DOI: 10.1007/978-94-007-4587-2_6.

[8] Mautz, R.,(2012), "Indoor Positioning Technologies," Habilitation Thesis, Institute of Geodesy and Photogrammetry, ETH Zurich , 128pp .

[9] Parodi, B.B., Lenz, H., Szabo, A., Wang, H., Horn, J., Bamberger, J.,(2006), "Initioalization and Online-Learning of RSS Maps for Indoor Localization," In proceedings of IEEE/ION PLANS 2006, San Diego, USA.

[10] Sui, D., Goodchild, M., Elwood, S.,(2013), "Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic , Information (VGI) in Theory and Practice", DOI 10.1007/978-94-007-4587-2_1, Springer Science+Business Media Dordrecht.

[11] Yanying, G.U., Anthony, L., (2009), "A survey of indoor positioning system for wireless personal networks," Communications Surveys & Tutorials, vol. 11, pp.13-32.

[12] Yang, L., Worboys, M., (2011), "Similarities and differences between outdoor and indoor space from the perspective of navigation," 10th International Conference on Spatial Information Theory, Belfast, USA, 6pp.